

IV-2

仙岩トンネルの変状とその対策の研究

J R 東日本 正会員 秋山淳一

J R 東日本 正会員 相川信之

1. はじめに

仙岩トンネルは、岩手県と秋田県の県境を南北に連なる奥羽山脈の直下を貫く延長 3,915m の長大トンネルである。トンネル建設は大量の湧水に悩まされながらも 3 年の歳月を経て昭和 41 年 6 月に竣工した。

形状は単線式トンネル、特 1 号型（交流電化型・側壁直）の直線トンネルである。

平成 2 年に入口から 1,700m 付近のクラウン部に圧ぎ等の変状を確認して以来、変状状態の検査や監視を定期的に継続している。そして、内空変位等の追跡調査及び原因の分析を行ってきた結果、秋田新幹線工事のため田沢湖線を全面運休止、改軌工事を実施する時期を利用して対策工を実施することとした。

ここに、仙岩トンネルの変状追跡調査及び地質を分析した結果と対策工について報告する。

2. 仙岩トンネルの変状概要

クラウン部に圧ぎと思われるひびわれの発生が見られる箇所は入口から 1,690m～1,705m の 15m 間であり、平成 2 年 12 月からトンネルの変状について内空変位、クラック計によるひびわれの変位、湧水量及び外見検査の調査を実施してきた。アーチ部にはクラウン部からスプリングラインになめ方向のひびわれの発生が認められるが側壁部には構造的に弱い側壁直であるにもかかわらず、顕著なひびわれは現れていない（図-1）。クラウン部のひびわれにより剥離、剥落が発生したことから平成 4 年にネット工法により落下防止工を施工している。現在までの主な変状対策を時系列的にまとめたものが（表-1）である。

時 期	対 策 工	施 工 箇 所
圧ぎ発生以前	漏水防水工（タンシール）	アーチ部、側壁部
平成 2 年 12 月	圧ぎ確認	
平成 3 年 11 月	防水断熱版（PG 版）	側壁部
平成 4 年 5 月	ネット工法（落下防止）	アーチ部
平成 5 年 10 月	水抜き工	側壁部

表-1 変状対策

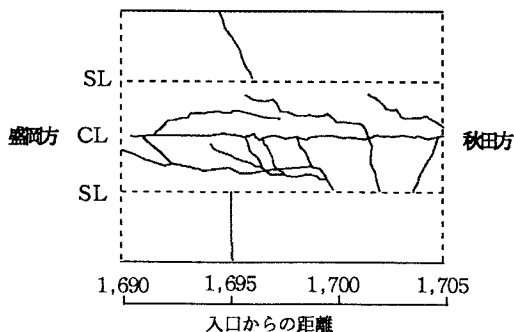


図-1 トンネル変状図

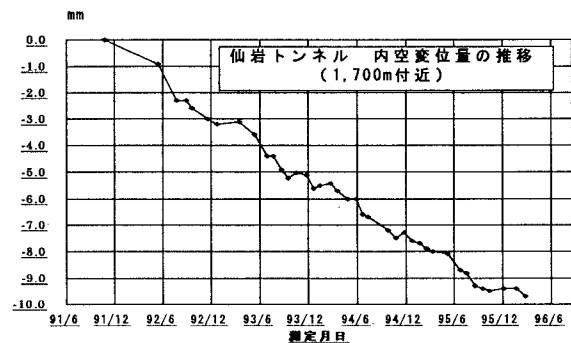


図-2 内空変位量の推移

平成 5 年に右側壁に水抜き孔を設置し湧水量の監視を行ってきたが、クラックからの漏水や水抜き孔からの湧水の総量（毎分 0.2m³ から 0.3m³）はほとんど変化していない。

内空変位については平成3年度からテープスケールで11個所を定期的に計測を実施してきており、トンネル入口より1,700mの箇所が最も縮小し、4年間で約10mmの縮小であった（図-2）。

3. トンネルの変状原因

図-3 は入り口から 1,620m ～ 1,740m 間の地質概略図と測定開始（平成3年6月）を基準として、平成8年2月時点までの変位量を照らし合わせたものである。1,700m 付近の前後は花崗閃緑岩で、1,700m 付近はトンネル工事の際、大量の湧水や砂礫が流出し埋没した箇所であったことから、小破砕帯箇所と考えられる。内空の縮小について、入り口から 1,670m までは認められないが、

1,670m から 1,720m 間で縮小している。最も縮小しているのは、1,700m 付近で、小破砕帯箇所と一致していることがわかった。トンネル工事が難航したことを考え合わせると、変状原因は当初施工時の湧水の発生に起因するコンクリートの巻圧不足、湧水による水圧と地圧の作用、構造的に側圧に弱い断面形状であると考えられた。

4. 対策工

ボーリング調査の結果、アーチ背面に空洞が確認されたため、裏込め注入による変形抑止が効果的であると考えられるが、多量の湧水のもとでは十分な充填は困難であると考えられる。このため工事の安全、コスト、効果の確実性を考えた場合、合理的かつ現実的な対策工として、以下のような施工方法・手順による変状対策を実施することとした（図-4）。

- ①長さ 5m 程度のロックボルトを 1 本／ m^2 程度変状箇所に打設する。
- ②ボルトの定着はセメントカプセル、あるいは摩擦型のような漏水の影響を受けにくいもので行う。
- ③削孔した孔から多量の湧水がでる場合にはその孔を水抜き孔として存置し、その近傍に削孔して湧水の少ない状態でロックボルトの打設を行う。
- ④H-100 の鋼製支保工を 1m ピッチで建て込み、全断面を吹付コンクリートで内巻補強する。

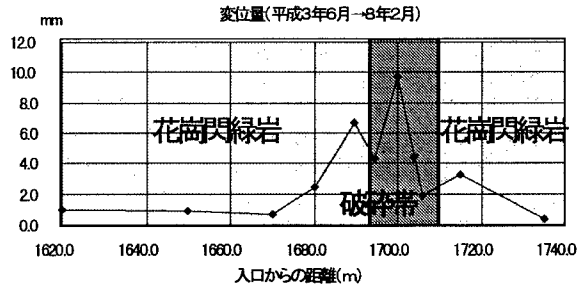


図-3 内空変位量

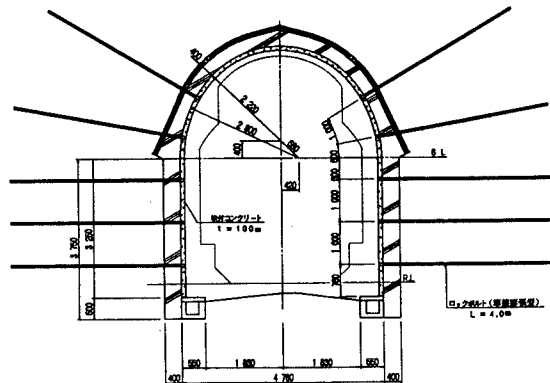


図-4 変状対策図

5. おわりに

平成8年3月30日から約1年間、田沢湖線（盛岡～大曲間）を全面運休して新幹線工事を行うが、日中は軌道更新システム（ビッグワンダー）の大型機械による改軌工事が主体となることから、本トンネル修繕工事はほとんどが夜間施工を余儀なくされた。そのため、ロックボルト工の施工は軌陸用高所作業車と油圧式クローラドリルを搭載したオンレール用台車の編成で効率的な施工方法を考えた。また、この箇所の地質は前述した通り、風化や節理のある花崗閃緑岩で大量の湧水がある小破砕帯であることから、本工事を施工する前に効果確認のための試験施工を行う等、慎重な施工計画を配慮しながら工事を実施することとした。